文章编号: 1000-6788(2008)01-0056-08

人口流动下跨区污染的两级政府政策分析

邵宜航, 洪树林
(厦门大学经济学系, 厦门 361005)

摘要: 利用 Stackelberg 博弈模型,探讨在包含中央和地区两级政府的混合经济中,人口流动下跨区污染的政府政策选择. 指出: 当地区间的包含环境因素的生产技术存在差异时, 为实现经济的最优状态必须进行地区间的收入转移;而在两级政府政策的博弈过程, 无论是中央政府还是地区政府拥有最后选择权, 只要中央政府制定适当的收入转移政策, 经济均可达到社会性最优状态. 分析了资源实现社会性最优配置的特征, 导出了中央政府为实现社会性最优所应确立的收入转移原则.

关键词: 跨区污染; 两级政府; 人口流动; 收入转移
中图分类号: F015; F061.3; F062.2 文献标志码: A

On two levels of government's policy for the transboundary pollution with population mobility

SHAO Yi-Hang, HONG Shu-Lin
(Department of Economics, Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract: In this paper, Stackellberg game models are employed to study the environmental policies of two levels of government for transboundary pollution with population mobility. The study shows that the interregional income transfer is necessary for the social optimum, if the regional production technologies are different. Moreover, in the policy game, whether the central government or the local governments are the Stackelberg leaders, the economy is able to achieve the social optimum by setting appropriate policy of income transfer. The character of the social optimum, and the central government's optimal policy of income transfer are demonstrated.

Key words: transboundary pollution; two levels of government; population mobility; income transfer

0 序言

跨区的环境问题表现为一个地区的环境也直接受其它地区污染的影响. 跨区污染问题在现代生活中日趋严重, 如一城市工业废水、废气的排放不仅影响本地区的生活环境也同时给周边地区带来环境危害. 跨区问题中的地区可以是一个国家, 也可以是一个国家中的省, 或州、市, 它们拥有自己的政策工具. 基于各地区政府决策时较少考虑环境污染对其它地区的效用影响, 一般认为如果地区之间没有环境政策的协调或相关协议, 其结果非帕累托最优. 而对一个国家中的两地区, 则可以借助中央政府的调控追求资源配置的效率性. 本文主要探讨, 在存在两级政府的情况下如何进行决策体制安排和中央政府的政策选择, 以实现社会性的资源最优配置.

关于跨区污染问题, 早期的相关研究更多关注单级政府的环境政策, 如 Baumol 和 Otates[1], Cropper 和 Otates[2] 等讨论了中央政府如何设置各地区的污染限制政策问题. Silva[3] 考虑了地区间单向的污染溢出下各地区政府的选择. Hoel[4] 等分析了国家间的国际跨区污染控制问题. 近期, Silva 和 Caplan[5], Caplan 和 Silva[6] 等开始关注存在中央和地方两级政府的环境政策问题. Silva 和 Caplan[5] 在人口不流动假设和拟线

收稿日期: 2006-10-19
资助项目: 福建省社会科学规划重点项目(2006A005); 福建省科技重点项目(软科学)(2005R047)
作者简介: 邵宜航(1964-), 男(汉), 福建福州人, 博士(日本), 厦门大学经济学博士生导师, 研究方向: 宏观动态分析与经济增长理论, E-mail: shaoyh@xmu.edu.cn; 洪树林(1981-), 男(汉), 安徽桐城人, 厦门大学经济系研究生, 研究方向: 发展经济学和经济增长理论, E-mail: shulinhong@gmail.com.

性效用函数等设定下, 考虑了两级政府分权结构下的跨区污染问题, 指出地区分权体制下的均衡是社会最优的, 而中央领导体制下的均衡可能达不到社会最优状态, 此结论也依赖于两地居民对污染有不同的效用感受的前提假设. Caplan 等[7] 利用类似设定和框架讨论公共品提供问题, 得到相似结论. Heol 和 Shapiro[8] 则在跨区污染问题中加入了人口流动因素, 主要证明了地区政府间的政策博弈结果可能是存在多个纳什均衡, 虽然也指出中央政府在多个均衡中选择的最优均衡从全社会的福利角度看未必是最优的, 但并没有具体讨论社会性最优的特征以及中央政府如何进行政策调整以达到最好水平.

本文主要拓展了 Silva 和 Caplan[5] 与 Heol 和 Shapiro[8] 的理论模型, 更一般性地设定了环境污染对消费者的效用和生产过程的影响, 在人口可以流动的情况下, 分析了中央政府和地区政府之间的政策博弈问题. 我们的主要结论是, 如果两地区共同承担的环境污染对两地区的收益影响不一致, 则中央政府的收入转移政策对实现资源最优配置是必需的, 同时在两级政府的 Stackelberg 博弈过程, 无论是中央政府还是地区政府拥有最后的选择权, 即无论何者为博弈的"领导者"或"追随者", 两级政府的政策博弈均衡都是社会最优的.

本文余下部分安排如下: 第 1 节给出了本文模型的基本设定, 第 2 节导出人口流动下的社会性最优配置条件及其经济学意义, 特别是探讨了收入转移的必要性. 在第 3 节和第 4 节, 我们分别考察了在中央领导体制下的两级政府混合经济、和地区分权体制下的两级政府混合经济中社会性最优资源配置的可实现性及其相应的政策选择问题. 最后一节讨论了本文的主要结论及其政策含义.

1　模型的基本设定

考虑包含有两个地区的国家, 其中存在两个地方政府和一个中央政府. 把地区表示为 j, $j = 1, 2$. 设总人口 N 保持不变, n_j 为地区 j 的人口数, $n_1 + n_2 = N$. 地区 j 的人均消费量表示为 c_j. 设生产过程产生污染, 消费者的目标效用取决于消费量和环境质量, 因两地产生的污染都对整体存在危害, 所以环境质量用跨地区的总污染量 D 表示, 地区 j 的效用函数表示为: $U^j = U(c_j, D)$. 此处设效用函数满足通常的关于边际效用递减等设定, 同时我们注意到污染 D 带来的是负效用. 与相关研究一样, 本文设每一地区的消费者是同质的, 具有相同的效用偏好. 另外, 本文不考虑内生的劳动选择, 假定每个消费者将提供相同的固定劳动量.

设地区 j 的产出为总劳动(体现为人口量) n_j 的投入和污染排放限制水平 E_j 的函数, 即产出表示为 $F^j(n_j, E_j)$[1]. 设生产函数满足规模报酬不变, 即满足 $F^j = F^j_n n_j + F^j_E E_j$, 并满足 $F^j_n > 0$, $F^j_E > 0$, $F^j_{En} > 0$, $F^j_{EE} < 0$ 等通常的设定. 同时, 我们假设各地区的消费者将获得各自的平均产出, 即为 $F^j(n_j, E_j)/n_j$. 关于上下标符号的意义, 在本文规定如下: 生产函数 F 和效用函数 U 的上标表示不同的地区, 下标表示偏导数, 而人口量 n、污染排放量 E 和消费量 c 的下标则用以表示不同地区.

地方政府将通过设定排放水平 E_j 来控制污染和影响产出, 以实现本地区的效用最大化. 中央政府将运用收入转移政策, 将一地区收入的一部分 T 转移到另一个地区, 以实现社会总福利的最大化. 此处若 $T > 0$, 表示产出的转出(被征税), $-T$ 表示转入(得到补贴); 反之则意义相反.

在以上设定下, 地区 1 和地区 2 的资源配置、也即体现为资源约束分别表示如下:

$$c_1 + T/n_1 = F^1(n_1, E_1)/n_1 \tag{1}$$

$$c_2 - T/n_2 = F^2(n_2, E_2)/n_2 \tag{2}$$

另一方面, 两地区的消费者所面临的跨区总污染量为: $D = E_1 + E_2$. 考虑经济中的人口可以完全流动, 不存在流动成本, 消费者(也即劳动者) 将在地区间进行流动使其效用最大化. 类似于其它相关研究文献如[8] 的设定, 人口流动使得均衡时地区间的效用水平不存在差距, 即人口流动的均衡条件为:

$$U^1(c_1, D) = U^2(c_2, D) \tag{3}$$

为简便, 在本文我们设两地区的效用函数是一致的. 如此人口流动均衡则意味着两地区的人均消费量

[1] 这里没有明确显示物质资本的投入, 实际上此处的劳动量理解为每单位物质资本拥有的劳动量时, 即隐含了物质资本的投入.

相等, $c_1 = c_2$. 由(1)和(2)式知均衡条件(3)式等价于:

$$\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1} = \frac{F^2(n_2, E_2) + T}{n_2} \tag{4}$$

以下,我们将讨论在上述人口流动的设定下资源的有效配置与两级政府的政策影响.

2 人口流动下的社会性最优配置

我们首先考虑在人口流动下资源的社会性最优配置. 设社会的最优经济目标是两地区的消费者效用总和最大化,即最大化 $U(c_1, D) + U(c_2, D)$. 在上述资源约束(1)和(2)下的总和效用为:

$$U\left(\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1}, E_1 + E_2\right) + U\left(\frac{F^2(n_2, E_2) + T}{n_2}, E_1 + E_2\right) \tag{5}$$

显然, 在人口流动的条件约束下, 使该效用目标最大化的$\{T, E_j, n_j\}_{j=1,2}$即该经济的社会性最优资源配置. 即, 人口流动下的社会性最优资源配置可模型化为:

$$(P_S): \max_{(n_1, E_1, E_2, T)} : (5), \text{ s.t.}: (4)$$

利用非线性规划原理, 容易得到该问题的一阶最优性条件, 同时注意到 $N - n_1 = n_2$, 可以推出以下的等价条件: (详细请参阅附录A)

$$F_E^1(n_1, E_1) = F_E^2(N - n_1, E_2) \tag{6}$$

$$U_c \frac{F_E^1}{N} + U_D = 0 \tag{7}$$

$$T = \frac{(N - n_1) E_1 F_E^1 - n_1 E_2 F_E^2}{N} \tag{8}$$

所以, 人口流动下的资源的社会性最优配置$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$由方程(4), (6) - (8)所决定. 另一方面, 我们容易知道在规模收益不变的生产函数下, 关系式(4)和(8)隐含了

$$F_n^1(n_1, E_1) = F_n^2(N - n_1, E_2) \tag{9}$$

现在我们来讨论以上最优性条件的经济学含义. 关系式(6)和(9)的经济学含义是明显的. 在生产函数中, E_j 即产出的环境代价, (6)和(9)式表明在最优时, 两地区的劳动要素和环境代价的边际收益应该相等, 否则可以通过收益低的地区向收益高的地区的劳动要素或污染排放量的转移实现效益改进. (7)式表明在最优时, 污染的边际负效用和由该污染代价带来的产出增加量的边际效用应该相等, 即每追加一单位污染排放量所能增加的消费品的追加效用、和追加该单位污染的直接负效用应该相互抵消, 否则也可通过增减污染排放量来实现帕累托改进. 关系式(8)指出了最优的地区间收入转移规则, 进行简单的变形后, 可得

$$\frac{F_E^1 E_1 - T}{n_1} = \frac{F_E^2 E_2 + T}{n_2} \tag{10}$$

此式表明经过收入转移后的两地区间由污染代价带来的收益应该相等, 换言之, 用于地区间收入转移的应该是由污染代价带来的收益之差. 该式实际上是在保证效率的条件下兼顾了公平, 因为在污染跨区的情况下, 污染代价是共同承担的, 所以由此带来的收益也应该共同分享.

进一步, 从最优性条件(8)和流动均衡条件(4)还可以导出: 若地区间的生产函数, 即生产技术存在差异时, 为达到社会性的最优状态宏观收入调整是必需的. 因为生产函数不一致时, 如果不进行地区间收入调整, 即 $T = 0$, 则无法同时满足(4)、(6)和(8)式. 实际上, $T = 0$ 时(6)和(8)式要求地区间人均污染排放量必须相等, $E_1/n_1 = E_2/n_2$, 而同时在规模效益不变的情况下, 人均污染排放量决定了人均产出 $F^j(n_j, E_j)/n_j = F^j(1, E_j/n_j)$, 因此在生产函数不同的情况下, 相同的人均污染排放量将带来不同的人均收入, 如不存在收入转移, (4)式无法被满足. 所以, 存在地区间生产技术差异的情况下, 不进行收入转移无法达到最优配置.

以下部分讨论上述资源的最优配置$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$可否在存在两级政府的不同决策机制下的混

合经济中得以实现.

3　中央领导下的均衡资源配置

在包含消费者、地区政府和中央政府的混合经济中, 各主体的不同选择实际上表现为 Stackelberg 博弈问题[1]. 本节考虑中央政府作为 Stackelberg 领导者的情况. 现在的混合均衡是三阶段博弈均衡. 首先, 消费者在给定中央政策 T 和地区政策 E_j 下, 通过流动进行最优选择(等价于进行 n_1 的选择); 其次地区 j 政府在给定中央政策 T, 预测其它地区政府选择 $E_i\,(i\neq j)$ 和消费者反应 $n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$ 下, 进行最优选择 E_j 并达到地区间均衡; 最后中央在知道消费者的反映 $n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$ 和各地区政府的反映 $E_j = E_j(T)$ 后, 选择最优政策 T 以实现社会总效用最优.

由前面的分析知道, 在给定中央政策 T 和地区环境政策 E_j 下, 消费者的最优选择条件为方程(4), 即消费者的选择可以用由方程(4)决定的隐函数 $n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$ 表示, 这也就是流动均衡后的地区 1 的人口量.

在知道中央政策和消费者选择反应后, 地区 1 政府通过选择本地区污染排放量 E_1 最大化本地区的效用水平. 地区 1 政府的选择问题可表示如下, 其中地区 2 的政策 E_2 对地区 1 而言也为给定量.

$$\max_{E_1}:\ U\left(\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1}, E_1 + E_2\right),\ \text{s.t.}: n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$$

同样地, 地区 2 政府的最优选择如下, 其中中央政策 T 和地区 1 政策 E_1 为给定量.

$$\max_{E_2}:\ U\left(\frac{F^2(N - n_1, E_2) + T}{N - n_1}, E_1 + E_2\right),\ \text{s.t.}: n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$$

当两地区政府博弈达到均衡时, 两地区政府的最优性条件将同时成立, 即有:

$$U_c\cdot\left[\frac{-F^1_E E_1 + T}{n_1^2}\frac{\partial n_1}{\partial E_1} + \frac{F^1_E}{n_1}\right] + U_D = 0,\ \frac{\partial n_1}{\partial E_1} = \frac{F^1_E/n_1}{(F^1_E E_1 - T)/n_1^2 + (F^2_E E_2 + T)/n_2^2} \tag{11}$$

$$U_c\cdot\left[\frac{F^2_E E_2 + T}{n_1^2}\frac{\partial n_1}{\partial E_2} + \frac{F^2_E}{n_2}\right] + U_D = 0,\ \frac{\partial n_1}{\partial E_2} = \frac{-F^2_E/(N - n_1)}{(F^1_n E_1 - T)/n_1^2 + (F^2_n E_2 + T)/n_2^2} \tag{12}$$

在给定 T 的情况下, 此二式将决定均衡时的各地区污染排放量 $E_j = E_j(T)$.

现在, 中央政府面临的最优选择可模型化为:

$$(P_C): \max_{(n_1, E_1, E_2, T)}: (5),\ \text{s.t.}: (4), (11), (12)$$

此处由于约束条件的增加, 通过通常的中央政府的最优性条件推导来展开讨论将比较复杂, 在这里可以通过以下对约束条件的替代分析来探讨该混合经济(P_C)实现社会性最优配置的可能性. 类似的方法用于讨论混合经济中政府的最优选择是便捷有效的(参见[9]).

比较现在中央政府的最优化问题(P_C)与前节社会性资源最优配置问题(P_S), 显而易见, 区别在于(P_C)比(P_S)增加了地区政府选择的均衡约束条件(11)式和(12)式. 所以如果作为(P_S)的最优解的$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$能满足约束(11)和(12)式, $\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$也将是($P_C$)的最优解. 下面我们将证明(11)和(12)式对(P_S)的最优解$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$成立.

因为$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$满足(8)式, 所以满足其等价式(10), 利用(10)式可证下式成立,

$$-\frac{F^1_E E_1 - T}{n_1^2}\frac{F^1_E/n_1}{(F^1_E E_1 - T)/n_1^2 + (F^2_E E_2 + T)/n_2^2} + \frac{F^1_E}{n_1} = \frac{F^1_E}{N}$$

同时, $\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$满足(7)式, 将上式结论代入(7)式即可得到(11)式.

---

[1] Stackelberg 博弈是一种“领导者–追随者”博弈, 追随者在观察到领导者的政策后, 选择自己的最优对策. 领导者在预测追随者的对策反应后, 选择最优的政策以实现最优目标. 混合经济中消费者的选择受限于地区政府和中央政府的政策规定, 本节的地区政府的政策选择又依赖于中央政策, 最后中央政府的选择制定要考虑地区政府和消费者的对策反应, 所以三者的选择表现为三级的 Stackelberg 博弈问题. 下一节的三者博弈同样也表现为 Stackelberg 博弈, 只是中央政府将把最后选择的地位让给地区政府.

同理, 利用(10) 式还可导出(12) 式的中括号内的项等于 F_E^2/N, 注意到$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$满足(6) 式, 即满足 $F_E^1 = F_E^2$, 所以$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$也满足(12) 式.

如此, 我们即证明了$\{n_1^*, E_1^*, E_2^*, T^*\}$为$(P_C)$的最优解. 这表明中央领导下的混合经济可以实现社会性最优资源配置状态. 分析过程同时显示, 当政府可预测社会性最优状态下的两地区的人口数和污染排放量 n_1^*, E_1^*, E_2^* 时, 只要如(8) 式一样设置最优收入转移量, 两地区的人口流动均衡和地区政府博弈均衡将达到社会性最优状态.

4 地区分权下的均衡资源配置

在前节的中央领导下的混合经济中, 地区政府和消费者的选择最终都依赖于中央的政策, 体现为中央政策的函数. 经济的最终状态取决于中央的选择, 即中央持有最终决定权. 这一节我们考虑地区政府为博弈中"领导者"的体制, 这种体制也被称为地区分权体制, 参阅文献 Kothenburger[10], Nagase 和 Silva[11], 这种情况下, 中央将把最终的选择权留给地区政府.

现在的博弈过程如下: 首先, 与前节相同在给定中央转移政策 T 和地区环境政策 E_j 下消费者的优化选择决定了两地区的人口量 $n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$; 其次, 中央政府在给定地区政府选择和知道消费者反应后, 进行最优化选择. 最后, 各地区政府在知道中央政府与消费者的反应后彼此进行最优选择并达到地区间的均衡.

消费者最优选择的条件与前面相同. 中央政府在给定 E_1, E_2, 下, 面临如下最优选择:

$$\max_T: U\left(\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1}, E_1 + E_2\right) + U\left(\frac{F^2(N - n_1, E_2) + T}{N - n_1}, E_1 + E_2\right), \text{s.t.}: n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$$

该问题最优解的一阶最优性条件为:

$$U_c \cdot \left(\frac{T - F_E^1 E_1}{n_1^2}\frac{\partial n_1}{\partial T} - \frac{1}{n_1}\right) + U_c \cdot \left(\frac{T + F_E^2 E_2}{n_2^2}\frac{\partial n_1}{\partial T} + \frac{1}{n_2}\right) = 0 \tag{13}$$

其中, $\frac{\partial n_1}{\partial T} = -\frac{1/n_1 + 1/n_2}{(F_E^1 E_1 - T)/n_1^2 + (F_E^2 E_2 + T)/n_2^2}$. (可由(4) 式推导而得)

通过对最优性条件(13) 式的展开分析(详细参阅附录 B 的(a)), 可以导出:

$$T = \frac{(N - n_1)F_E^1 E_1 - n_1 F_E^2 E_2}{N} \tag{14}$$

注意到此式中 $n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$, 所以(14) 式决定了隐函数 $T = T(E_1, E_2)$.

在知道消费者和中央政府的反应后, 地区 1 和地区 2 政府的最优选择分别如下:

$$\max_{E_1}: U\left(\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1}, E_1 + E_2\right), \text{s.t.}: n_1 = n_1(E_1, E_2, T), T = T(E_1, E_2)$$

$$\max_{E_2}: U\left(\frac{F^2(N - n_1, E_2) + T}{N - n_1}, E_1 + E_2\right), \text{s.t.}: n_1 = n_1(E_1, E_2, T), T = T(E_1, E_2)$$

其中地区 1 政府将地区 2 的选择 E_2 视为给定量, 反之亦然. 此博弈问题将决定均衡的污染排放量(E_1, E_2), 由此也决定了 $T = T(E_1, E_2)$ 和 $n_1 = n_1(E_1, E_2, T)$. 如此确定的(E_1, E_2, T, n_1)即为地区分权下的混合经济的均衡配置. 下面我们考察该均衡配置是否达到社会性最优.

推导上述两地区政府各自的最优性条件, 可知两地区达到均衡时有:

$$U_c \frac{(-F_E^1 E_1 + T)\left(\frac{\partial n_1}{\partial E_1} + \frac{\partial n_1}{\partial T}\cdot\frac{\partial T}{\partial E_1}\right) + \left(F_E^1 - \frac{\partial T}{\partial E_1}\right)n_1}{n_1^2} + U_D = 0 \tag{15}$$

$$U_c \frac{(F_E^2 E_2 + T)\left(\frac{\partial n_1}{\partial E_2} + \frac{\partial n_1}{\partial T}\cdot\frac{\partial T}{\partial E_2}\right) + \left(F_E^2 + \frac{\partial T}{\partial E_2}\right)n_2}{n_2^2} + U_D = 0 \tag{16}$$

比较(15) 和(16) 式, 显然其中的分式部分是相等的, 从此等式可以导出 $F_E^1 = F_E^2$(详细参阅附录 B 的

(b)), 此式为(P_S)的最优性条件(6)式.

另一方面, 利用(13)式的结论还可以推导出: (详细参阅附录 B 的(c))

$$\frac{(-F_E^1E_1+T)\left(\frac{\partial n_1}{\partial E_1}+\frac{\partial n_1}{\partial T}\frac{\partial T}{\partial E_1}\right)+\left(F_E^1-\frac{\partial T}{\partial E_1}\right)n_1}{n_1^2}=\frac{F_E^1}{N}$$

把此式代入(15)式, 即得 $U_c\cdot\frac{F_E^1}{N}+U_D=0$, 此为$(P_S)$的最优性条件(7)式. 再注意到(14)也就是$(P_S)$的最优性条件(8)式, 而(4)式为必须满足的人口流动均衡约束, 我们得到: 地区分权制下的均衡配置也满足条件(4)、(6)、(7)和(8)式. 所以地区分权制下的均衡配置将与社会性最优配置一致, 即地区分权体制下的混合经济的资源配置可以达到社会性最优状态.

最后我们必须注意到, 在本节与前节经济体制中, 为达到最优状态, 中央收入转移政策都必须满足(8)式, 但两种情况下的含义不同. 在中央持有最终决定权的情况下, 中央必须设定的是最优收入转移量, $T^*=[(N-n_1^*)E_1^*F_E^1(n_1^*,E_1^*)-n_1^*E_2^*F_E^2(N-n_1^*,E_1^*)]/N$, 显然它取决于中央必须能正确预测经济的最优量 n_1^*, E_1^*, E_2^*. 而本节的地区分权经济, 中央只要设定转移的原则——转移污染排放量带来的收益之差, 即满足(10)式, 无需预测最优排污量和人口流动量.

5　结论及政策含义

以上, 本文主要从理论上探讨了人口流动下存在跨区环境污染时资源的最优配置与多级政府对策问题. 我们首先分析了实现社会性最优资源配置的条件及其经济学含义. 指出: 在跨区污染下, 如果产出受到环境因素(污染排放量的限制)的影响, 当两地区的生产技术存在差异时, 要实现经济的最优状态必须进行地区间的收入转移, 换句话说, 中央政府的收入调整政策是必要的. 并且, 文中分析进一步指明, 用于收入转移的量应是由两地区共同承担的环境污染所带来的地区间的收入差异. 此收入转移规则对现实的指导意义是明显的. 实际上两地区的生产技术差异将体现为同样的人均污染排放限制量在两地区带来的人均产出不同, 因此为提高效率, 应通过污染排放限制量从技术水平低、高污染排放地区向高技术低污染地区的转移实现效率性生产. 而同时由于污染是共同承担的, 对排放量相对受限制的地区的损失应通过收入转移进行补偿. 显然在这里由中央政府实施的收入转移保证了效率与公平的兼顾. 联系我国的经济实际, 现实中存在着部分欠发达地区为了加快发展而放宽污染标准, 进行过度的低效率高污染的生产, 这对总体经济资源的配置是无效率的, 对此中央政府需要介入进行优化调配, 实现协调有效的发展.

其次, 本文考察了两级政府不同分权体制下的混合经济实现社会性资源最优配置的可能性. 本文的分析表明: 无论是中央政府拥有最终选择权的中央领导下的混合经济还是地方政府拥有最终选择权的地方分权体制下的混合经济, 只要中央政府制定适当的收入转移政策, 均可达到社会性最优状态. 从以上的展开分析过程比较两种决策体制, 可以知道地区分权体制更具有现实意义. 如上所述, 在中央政府领导的体制下, 要实现最优状态必须具备预测全局经济最优总量和最优人口转移量的能力, 现实计划经济的实践表明这难以实现. 而在地区分权体制的情况下, 中央政府只要明确地区间收入转移的原则: 污染排放量差异导致的收益之差将被转移. 此规则限制了地区政府通过提高污染排放量来增加收益的途径, 资源的社会性最优配置可以通过地区间的竞争得以实现. 显然地区分权的决策体制更接近于市场竞争机制. 另一方面, 文中两级政府的模型和相关结论, 不仅可用于中央和地方, 在我国也适应于省、市两级或市、县两级政府的结构.

当然本文理论分析的结论在一定程度上还依赖于人口完全流动的假设. 现实中我国人口流动仍然受到一定的限制和制约, 许多地区的人口流动存在很大的成本, 这些使得本文存在着局限性. 另一方面, 本文的分析还未涉及动态的资源配置问题, 还没有考虑经济的长期增长, 对这些问题的考察需要对模型进行进一步的修正和拓展, 限于篇幅, 留作我们今后的研究课题.

参考文献:

[1] Baumol W, Otates W. The Theory of Environmental Policy[M]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1988.

[2] Cropper M, Otates W, Environmental economics: A survey[J]. Journal of Economic Literature, 1992, 30: 675– 740.

[3] Silva E. Decentralized and efficient control of transboundary pollution in federal systems[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1997, 32: 95– 108.

[4] Hoel M. Coordination of environmental policy for transboundary environmental problems? [J]. Journal of Public Economics, 1997, 66: 199– 224.

[5] Silva E, Caplan A, Transboundary pollution control in federal systems[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1997, 34: 173– 186.

[6] Caplan A, Silva E. Federal acid rain games[J]. Journal of Urban Economics, 1999, 46: 25– 52.

[7] Caplan A, Cornes R, Silva E. Pure public goods and income redistribution in a federation with decentralized leadership and imperfect labor mobility [J]. Journal of Public Economics, 2000, 77: 265– 284.

[8] Heol M, Shapiro P. Population mobility and transboundary environmental problems[J]. Journal of Public Economics, 2003, 87: 1013– 1024.

[9] 邵宜航. 经济增长与宏观政策选择——基于含人力资本增长模型的动态优化分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2005, (10): 30– 39.
Shao Y H. Dynamic optimizing analysis of the macro-policy in growth models with human capital[J]. Journal of Quantitative and Technical Economics, 2005, (10): 30– 39.

[10] Kothenburger M. Tax competition in a fiscal union with decentralized leadership[J]. Journal of Urban Economics, 2004, 55: 498 – 513.

[11] Nagase Y, Silva E. Optimal control of acid rain in a federation with decentralized leadership and information[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2000, 40: 164– 180.

附录 A. 第 2 节的相关证明

设(P_S)的 Lagrange 函数如下:

$$L = U\left(\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1}, E_1 + E_2\right) + U\left(\frac{F^2(N - n_1, E_2) + T}{N - n_1}, E_1 + E_2\right) + \lambda\left(\frac{F^1(n_1, E_1) - T}{n_1} - \frac{F^2(N - n_1, E_2) + T}{N - n_1}\right)$$

那么有下面的一阶条件:

$$\partial L/\partial E_1 = U_c F^1_E/n_1 + U_D + U_D + \lambda(F^1_E/n_1) = 0 \tag{A-1}$$

$$\partial L/\partial E_2 = U_D + U_D + U_c F^2_E/n_2 + \lambda(-F^2_E/n_2) = 0 \tag{A-2}$$

$$\partial L/\partial T = -U_c/n_1 + U_c/n_2 + \lambda[-\ /n_1 -\ /n_2] = 0 \tag{A-3}$$

$$\partial L/\partial n_1 = U_c(F^1_n n_1 - F^1 + T)/n_1^2 - U_c(F^2_n n_2 - F^2 - T)/n_2^2 + \lambda[(F^1_n n_1 - F^1 + T)/n_1^2 + (F^2_n n_2 - F^2 - T)/n_2^2] = 0 \tag{A-4}$$

由(A-3)式, 我们可以得到:

$$\lambda = \frac{(n_1 - n_2)}{N} \cdot U_c \tag{A-5}$$

将(A-1)式减去(A-2), 并且利用(A-5)式, 得到:

$$U_c \cdot \left(\frac{F^1_E}{n_1} - \frac{F^2_E}{n_2}\right) + U_c \cdot \frac{(n_1 - n_2)}{N} \cdot \left(\frac{F^1_E}{n_1} + \frac{F^2_E}{n_2}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{2U_c}{N} \cdot (F^1_E - F^2_E) = 0$$

$$\Rightarrow F^1_E = F^2_E$$

利用(A-1)和(A-5)式, 得到:

$$U_c\frac{F_E^1}{n_1}\theta+\left[\frac{n_1-n_2}{N}\cdot U_c\right]\frac{F_E^1}{n_1}+2U_D=$$

$$\Rightarrow\left(1+\frac{n_1-n_2}{N}\right)U_c\frac{F_E^1}{n_1}+2U_D=0$$

$$\Rightarrow U_c\frac{F_E^1}{N}+U_D=0$$

利用(A-4)和(A-5)式,得到:

$$U_c\cdot\left(1+\frac{n_1-n_2}{N}\right)(F_n^1n_1-F^1+T)/n_1^2+\left(\frac{n_1-n_2}{N}-1\right)\cdot U_c(F_n^2n_2-F^2-T)/n_2^2]=0$$

$$\Rightarrow\frac{2}{N}\left(\frac{F_E^1E_1-T}{n_1}-\frac{F_E^2E_2+T}{n_2}\right)=0$$

$$\Rightarrow\frac{F_E^1E_1-T}{n_1}=\frac{F_E^2E_2+T}{n_2}$$

上式进一步整理为:

$$T=\frac{n_2F_E^1E_1-n_1F_E^2E_2}{N}$$

这些正是人口流动下的社会有效配置的特征式(6)-(8).

附录**B** 第4节相关证明

(a)、令 $x_1=\frac{-F_E^1E_1+T}{n_1^2}$, $x_2=\frac{F_E^2E_2+T}{n_2^2}$

代入(13)式整理得, $U_c^1\frac{n_1x_1+n_2x_2}{n_1n_2(x_1-x_2)}=0$, 所以有, $-x_1n_1=x_2n_2$, 此即为(10)式, 所以有 $T=\frac{n_2F_E^1E_1-n_1F_E^2E_2}{N}$.

(b)、由(15)和(16)式可得,

$$\frac{(-F_E^1E_1+T)\left(\frac{\partial n_1}{\partial E_1}+\frac{\partial n_1}{\partial T}\cdot\frac{\partial T}{\partial E_1}\right)+\left(F_E^1-\frac{\partial T}{\partial E_1}\right)n_1}{n_1^2}=\frac{(F_E^2E_2+T)\left(\frac{\partial n_1}{\partial E_2}+\frac{\partial n_1}{\partial T}\cdot\frac{\partial T}{\partial E_2}\right)+\left(F_E^2+\frac{\partial T}{\partial E_2}\right)n_2}{n_2^2}$$

把第3节中的 $\partial n_1/\partial E_1$、$\partial n_1/\partial E_2$、$\partial n_1/\partial T$ 代入此式, 并利用 x_1 和 x_2 的表达式, 重新整理上式得到:

$$\frac{-x_2}{x_1-x_2}\cdot\frac{F_E^1}{n_1}+\frac{1}{x_1-x_2}\cdot\left(\frac{x_2}{n_1}+\frac{x_1}{n_2}\right)\cdot\frac{\partial T}{\partial E_1}=\frac{x_1}{x_1-x_2}\cdot\frac{F_E^2}{n_2}+\frac{1}{x_1-x_2}\cdot\left(\frac{x_2}{n_1}+\frac{x_1}{n_2}\right)\cdot\frac{\partial T}{\partial E_2}$$

因为 $-x_1n_1=x_2n_2$, 化简即得: $-n_1x_1F_E^1=n_2x_2F_E^2$. 所以有 $F_E^1=F_E^2$.

(c)、由以上分析即知, $-x_1n_1=x_2n_2$ 时,

$$\frac{(-F_E^1E_1+T)\left(\frac{\partial n_1}{\partial E_1}+\frac{\partial n_1}{\partial T}\cdot\frac{\partial T}{\partial E_1}\right)+\left(F_E^1-\frac{\partial T}{\partial E_1}\right)n_1}{n_1^2}=\frac{-x_2}{x_1-x_2}\cdot\frac{F_E^1}{n_1},$$

再次利用 $-x_1n_1=x_2n_2$, 即得, $\frac{-x_2}{x_1-x_2}\cdot\frac{F_E^1}{n_1}=\frac{F_E^1}{N}$, 代入(15)式, 即得, $U_c\cdot\frac{F_E^1}{N}+U_D=0$.